

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Patent Application of

DE RENZIS

Serial No. 09/437,469

Filed: November 10, 1999

For: METHOD FOR MEASURING THE DISTANCE OF AN
OBJECT

Atty. Ref.: 3572-14

Group: 2877

Examiner: A. Merlino

* * * * *

August 7, 2003

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

SUBMISSION OF PRIORITY DOCUMENTS

It is respectfully requested that this application be given the benefit of the foreign filing date under the provisions of 35 U.S.C. §119 of the following, a certified copy of which is submitted herewith:

<u>Application No.</u>	<u>Country of Origin</u>	<u>Filed</u>
99830509.8	EP	4 August 1999

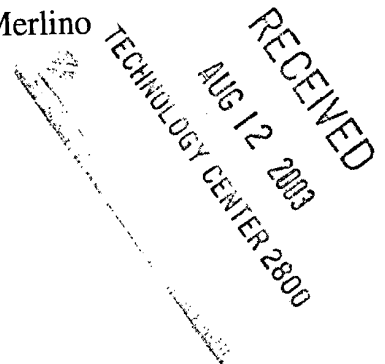
Respectfully submitted,

NIXON & VANDERHYE P.C.

By: _____

Stanley C. Spooner
Reg. No. 27,393

SCS:kmm
1100 North Glebe Road, 8th Floor
Arlington, VA 22201-4714
Telephone: (703) 816-4000
Facsimile: (703) 816-4100





**Europäisches
Patentamt**

**European
Patent Office**

**Office européen
des brevets**

Bescheinigung

Certificate

Attestation

Die angehefteten Unterlagen stimmen mit der ursprünglich eingereichten Fassung der auf dem nächsten Blatt bezeichneten europäischen Patentanmeldung überein.

The attached documents are exact copies of the European patent application described on the following page, as originally filed.

Les documents fixés à cette attestation sont conformes à la version initialement déposée de la demande de brevet européen spécifiée à la page suivante.

Patentanmeldung Nr. Patent application No. Demande de brevet n°

99830509.8

Der Präsident des Europäischen Patentamts;
Im Auftrag

For the President of the European Patent Office

Le Président de l'Office européen des brevets
p.o.

MÜNCHEN, DEN
MUNICH,
MUNICH, LE

28/07/03



Europäisches
Patentamt

European
Patent Office

Office européen
des brevets

Blatt 2 der Bescheinigung
Sheet 2 of the certificate
Page 2 de l'attestation

Anmeldung Nr.:
Application no.:
Demande n°: 99830509.8

Anmeldetag:
Date of filing:
Date de dépôt: 04/08/99

Anmelder:
Applicant(s):
Demandeur(s):
DATALOGIC S.P.A.
40012 Lippo di Calderara di Reno(Bologna)
ITALY

Bezeichnung der Erfindung:
Title of the invention:
Titre de l'invention:
Method for measuring the distance of an object

In Anspruch genommene Priorität(en) / Priority(ies) claimed / Priorité(s) revendiquée(s)

Staat:
State:
Pays:

Tag:
Date:
Date:

Aktenzeichen:
File no.
Numéro de dépôt:

Internationale Patentklassifikation:
International Patent classification:
Classification internationale des brevets:
G01S7/497, G01S17/36, G06K7/10

Am Anmeldetag benannte Vertragsstaaten:
Contracting states designated at date of filing:
Etats contractants désignés lors du dépôt: AT/BE/CH/CY/DE/DK/ES/FI/FR/GB/GR/IE/IT/LI/LU/MC/NL/PT/SE

Bemerkungen:
Remarks:
Remarques:

See for the original title of the application page 1 of the description.

Metodo per misurare la distanza di un oggetto.

DESCRIZIONE

La presente invenzione si riferisce ad un metodo per misurare la distanza di un oggetto. In particolare, il
5 metodo della presente invenzione viene attuato tramite un dispositivo di misura della distanza di tipo ottico, il quale, tra l'altro, è anche in grado di leggere un codice ottico presente sull'oggetto.

10 In molti campi della tecnica, la misura della distanza di un oggetto è di grande utilità se non, in alcuni casi, fondamentale. Si considerino, per esempio, tutte le lavorazioni meccaniche dove è necessario conoscere la
15 distanza della superficie da lavorare dalla macchina per il corretto posizionamento degli utensili e/o per la esatta programmazione della macchina; o tutti quei casi in cui la conoscenza del parametro distanza permette il settaggio di
20 strumenti per l'ottimizzazione dei processi (per esempio nel settore dell'ottica e della fotografia dove il parametro distanza è strettamente legato alla problematica della messa a fuoco).

La misura della distanza di un oggetto è spesso richiesta, inoltre, negli impianti di movimentazione per la
distribuzione e lo smistamento di oggetti, dove è sentita
25 l'esigenza sia di identificare e classificare oggetti aventi dimensioni anche molto differenti tra loro, sia di effettuare una rilevazione automatica delle dimensioni degli oggetti, in modo da accelerare ed ottimizzare le
successive fasi di distribuzione ed immagazzinamento degli
stessi.

30 Tipicamente, tali impianti sono provvisti di un nastro trasportatore sul quale vengono posizionati gli oggetti da identificare e smistare, e di uno o più dispositivi ottici, generalmente ad emissione di luce laser (comunemente indicati con il termine: scanner laser), destinati ad

effettuare la lettura dei codici ottici e la misura delle dimensioni degli oggetti.

Allo scopo di rendere affidabili le suddette operazioni di lettura e misura, è preferibile ottenere preventivamente
5 una indicazione della distanza tra oggetto e scanner laser. Infatti, la conoscenza del parametro distanza è utile, da una parte, per potere mettere a fuoco correttamente il fascio laser di emissione sull'oggetto da scannerizzare, in modo da leggere correttamente il codice ottico presente
10 sull'oggetto stesso e, dall'altra parte, per determinare l'altezza quest'ultimo e, dunque, ad esempio, le sue dimensioni e/o il suo volume. Inoltre, la conoscenza del parametro distanza in tempo reale consente, vantaggiosamente, la regolazione di parametri di
15 funzionamento dei circuiti elettronici presenti nello scanner, in modo da definire nello scanner stesso prefissate configurazioni di funzionamento.

Sono noti dispositivi ottici in grado di fornire una indicazione di distanza di un oggetto. Ad esempio, nella
20 domanda di brevetto europeo n° 0 652 530 della stessa richiedente, viene descritto uno scanner laser ad emissione di luce laser modulata ad alta frequenza, in cui la distanza dell'oggetto viene ricavata in funzione della differenza di fase tra il segnale emesso dallo scanner ed
25 il segnale ricevuto. In particolare, lo scanner comprende una sorgente di emissione di luce laser modulata in ampiezza da un oscillatore locale, mezzi di scansione ottica per indirizzare la luce laser verso l'oggetto da scannerizzare e mezzi fotoricevitori per raccogliere la
30 luce diffusa dall'oggetto illuminato e generare un segnale elettrico proporzionale alla intensità della luce diffusa. Il segnale generato dai mezzi fotoricevitori viene inviato ad un demodulatore di fase, il quale riceve anche un segnale dall'oscillatore locale; il demodulatore misura una
35 differenza di fase tra i due segnali sopra indicati e genera un segnale elettrico proporzionale a tale differenza

di fase. Idonei mezzi di calcolo infine elaborano tale segnale elettrico così da calcolare un valore di distanza in funzione della suddetta differenza di fase.

5 Si è verificato che i dispositivi del tipo sopra descritto non consentono di effettuare una misura di distanza sufficientemente precisa, a causa di un certo numero di inconvenienti che provocano una variazione di fase non controllabile del segnale di risposta generato dal demodulatore di fase, alterando così la misura della
10 distanza.

Infatti, la risposta di fase ottenuta dai dispositivi a luce modulata è legata alla distanza dell'oggetto che riflette la luce modulata da una relazione del tipo:

$$D=A_0+A * \arccos(\phi+\phi_0)$$

15 dove:

D è la distanza dell'oggetto;

A_0 è l'offset dell'ampiezza del segnale generato dal demodulatore di fase;

A è l'ampiezza del segnale generato dal demodulatore di
20 fase;

ϕ è la fase del segnale generato dal demodulatore di fase;

ϕ_0 è la fase iniziale del segnale di emissione.

Nel seguito della presente descrizione, e nelle successive rivendicazioni con il termine: offset del segnale, si
25 intende indicare un errore di posizione sul piano della funzione di trasferimento fase/distanza.

Il calcolo della distanza richiede dunque la conoscenza dei parametri A, A_0 e ϕ_0 , e della fase ϕ del segnale di risposta generato dal demodulatore di fase.

30 L'uso di questa formula, però, sarebbe corretto qualora la risposta fornita dal sistema ottico/elettronico (generazione della scansione, demodulazione, amplificazione e filtraggio) di misura fosse di tipo lineare. Nella

realtà, invece, il sistema ottico/elettronico presenta delle non linearità intrinseche (dovute, ad esempio, alla non linearità dei singoli sistemi di demodulazione, amplificazione e filtraggio) che rendono inapplicabile, da
5 un punto di vista pratico, la relazione sopra riportata. Tali non linearità, tra l'altro, variano da apparecchio ad apparecchio.

Uno dei problemi più evidenti associati all'uso di tale relazione è correlato, ad esempio, al fatto che, per
10 ottenere una risposta il più lineare possibile dal sistema di misura, è necessario lavorare all'interno di un prefissato intervallo di valori della fase ϕ , in particolare, nel tratto compreso tra $\phi=0$ a $\phi=1$. In tale intervallo, all'aumentare della fase la distanza calcolata
15 diminuisce repentinamente. Ciò implica che anche piccole quantità di rumore sul segnale possono provocare variazioni consistenti del valore di distanza calcolato mediante la relazione di sopra.

Dalla relazione sopra riportata risulta inoltre evidente
20 come variazioni indesiderate ed incontrollate della fase ϕ alterino la misura di distanza. Tali variazioni possono essere provocate, ad esempio, da variazioni della temperatura di esercizio del dispositivo, che causano una variazione non controllabile della funzione di
25 trasferimento segnale di distanza/distanza, ed in particolare, una variazione della fase dei segnali rispettivamente emessi e ricevuti dal dispositivo stesso.

Anche i componenti elettronici presenti nel dispositivo (in particolare, il demodulatore di fase, l'amplificatore ed il
30 filtro passa banda) introducono variazioni non controllabili della funzione di trasferimento con la temperatura, e dunque della fase del segnale di risposta all'uscita del demodulatore di fase.

Inoltre, anche l'invecchiamento e le tolleranze
35 dimensionali dei componenti ottici ed elettronici presenti

nei dispositivi stessi causano variazioni non controllabili della fase del segnale di risposta.

In breve, si è verificato che gli inconvenienti sopra
evidenziati per dispositivi a luce modulata comportano un
5 errore complessivo di misura della distanza stimabile
mediamente nell'ordine del $\pm 5\%$. Tale percentuale di errore
limita l'impiego dei dispositivi sopra descritti alle sole
applicazioni in cui è richiesta una misura della distanza
non molto precisa e ripetibile.

10 Un tentativo per superare gli inconvenienti sopra
evidenziati consiste nell'effettuare una operazione di
taratura della curva di risposta del dispositivo: in
pratica, si pone un oggetto ad una certa distanza nota dal
dispositivo e, osservando l'andamento del segnale di
15 risposta mediante un oscilloscopio, si esegue una
regolazione del dispositivo stesso, tramite un
potenziometro, così da fare in modo che la curva di
risposta di fase dia un valore di distanza prefissato (pari
a quello a cui è stato posto l'oggetto). Tale operazione
20 di taratura risulta però alquanto approssimativa; essa si
basa infatti su operazioni affidate alla sensibilità
dell'operatore (quali l'osservazione visiva dell'andamento
della curva ed il confronto di tale andamento con un
andamento ideale) che possono essere evidentemente causa di
25 molti errori, portando così a risultati del tutto
inattendibili.

Sono noti anche altri tipi di dispositivi destinati alla
misura della distanza di un oggetto in funzione del
cosiddetto "tempo di volo" di un impulso applicato ad un
30 laser di emissione. In particolare, si misura il tempo
impiegato dall'impulso per percorrere il percorso ottico
dai mezzi di emissione all'oggetto e da quest'ultimo ai
mezzi fotoricevitori; tale tempo è proporzionale al doppio
della distanza tra oggetto e dispositivo.

35 È stato però verificato che i dispositivi ad impulso, pur

non soffrendo specificamente degli inconvenienti precedentemente elencati, sono affetti anch'essi da problemi che comportano errori di precisione e ripetibilità intrinseci, stimabili nell'ordine di ± 5 cm, risultando
5 dunque particolarmente adatti per la misura di distanza di oggetti di grandi dimensioni e con aree di scansione piuttosto estese.

Il problema tecnico che sta alla base della presente invenzione è quello di potere effettuare una misura della
10 distanza semplice ed affidabile, in grado cioè di fornire una indicazione di distanza attendibile, che non risulti cioè essere influenzata dalle non linearità intrinseche del sistema.

La presente invenzione si riferisce pertanto ad un metodo
15 per misurare la distanza di un oggetto da un dispositivo misuratore, comprendente le seguenti fasi:

- a) emettere un segnale;
 - b) indirizzare il segnale verso un oggetto;
 - c) rilevare il segnale diffuso dall'oggetto;
 - 20 d) confrontare il segnale rilevato con il segnale emesso per ricavare un segnale di confronto rappresentativo della distanza percorsa dal segnale emesso e dal segnale diffuso dall'oggetto;
- caratterizzato dal fatto di comprendere le fasi di:
- 25 e) effettuare, prima della fase a), una fase di calibrazione del dispositivo misuratore in modo da associare ad un prefissato valore del segnale di confronto, un prefissato valore di distanza;
 - f) individuare il valore di distanza associato, nella
30 precedente fase di calibrazione, al valore di detto segnale di confronto ottenuto nella fase d);
 - g) associare al segnale di confronto ottenuto nella fase d), il valore di distanza individuato nella fase f).

Vantaggiosamente, il metodo dell'invenzione comprende
35 dunque una fase di calibrazione che viene effettuata prima delle fasi destinate alla misura della distanza e che è

destinata ad associare un prefissato valore di distanza ad un prefissato valore di un segnale di confronto rappresentativo di un prefissato punto della linea di scansione, quando questa è posizionata alla prefissata
5 distanza dal dispositivo ottico misuratore. La misura della distanza di un oggetto consiste poi nel rilevare il segnale diffuso dall'oggetto; a tale segnale viene associato il valore di distanza che, nella precedente fase di calibrazione, era stato associato allo stesso valore del
10 segnale.

Il metodo dell'invenzione risulta dunque di semplice attuazione ed elevata affidabilità, sia perché la misura della distanza non richiede operazioni affidate alla sensibilità dell'operatore (quali quelle di osservazione
15 visiva e confronto della curva di risposta di fase più sopra menzionate), sia perché tale misura risulta essere insensibile alle non linearità intrinseche del sistema.

Il metodo dell'invenzione consente di misurare la distanza di un singolo punto dell'oggetto e può essere attuato da un
20 qualunque dispositivo di tipo ottico convenzionale, implementato con idonei mezzi di calcolo per l'attuazione delle fasi di calibrazione e misura della distanza in accordo con la presente invenzione.

Vantaggiosamente, il metodo dell'invenzione comprende
25 inoltre le seguenti fasi:

- effettuare almeno una scansione dell'oggetto lungo almeno una linea di scansione;
- misurare la distanza di una pluralità di punti della linea di scansione. È così possibile ottenere informazioni
30 relative alla distanza di una linea o di una superficie dell'oggetto dal dispositivo di misura.

Preferibilmente, il segnale emesso è un fascio di luce destinato ad illuminare l'oggetto lungo un percorso ottico di emissione ed il segnale rilevato è un segnale elettrico
35 analogico proporzionale all'immagine luminosa diffusa

dall'oggetto lungo un percorso ottico di ricezione.

In una forma di attuazione particolarmente vantaggiosa, il metodo della presente invenzione comprende le seguenti fasi:

- 5 a1) effettuare almeno una scansione di un oggetto lungo almeno una linea di scansione,
- b1) acquisire un segnale elettrico analogico rappresentativo dell'immagine luminosa diffusa dall'oggetto lungo la linea di scansione;
- 10 c1) effettuare un campionamento del segnale elettrico analogico con una prefissata frequenza di campionamento, così da estrarre almeno un campione x_k rappresentativo di almeno un punto della linea di scansione;
- d1) convertire il segnale analogico campionato in segnale
15 digitale in modo da ottenere un valore di tipo numerico per detto almeno un campione x_k ;
- d1) convertire il segnale analogico campionato in segnale digitale in modo da ottenere un valore di tipo numerico per detto almeno un campione x_k ;
- 20 in cui, nella fase di calibrazione, ad un prefissato campione viene associato un valore numerico ed un valore di distanza, e comprendente inoltre le fasi di:
f1) individuare il valore di distanza associato, nella precedente fase di calibrazione, a detto valore numerico
25 ottenuto nella fase d1) e a detto campione x_k ;
- g1) associare al valore numerico ottenuto nella fase d1) il valore di distanza individuato nella fase f1).

Vantaggiosamente, dunque, nel metodo dell'invenzione la fase di calibrazione è destinata ad individuare il valore
30 numerico generato dal convertitore analogico digitale per un prefissato campione rappresentativo di un prefissato punto della linea di scansione, quando questa è posizionata ad una determinata distanza dal dispositivo ottico misuratore. La misura della distanza di un oggetto
35 consiste poi nel rilevare il valore numerico del segnale elettrico e, da tale valore numerico, ricavare il valore di

distanza che, nella precedente fase di calibrazione, era stato associato allo stesso valore numerico ed allo stesso campione.

5 Vantaggiosamente, la fase di calibrazione viene effettuata durante il processo di fabbricazione del dispositivo misuratore e può anche essere ripetuta periodicamente nel corso del tempo, in modo da tenere conto di eventuali variazioni dei parametri del dispositivo stesso durante l'esercizio.

10 Preferibilmente, il metodo dell'invenzione comprende la fase ulteriore h) di memorizzare il valore di distanza ottenuto per il campione x_k nella fase g1) e ripetere iterativamente le fasi precedenti a partire dalla fase d1) per ciascun campione successivo x_{k+1} . È possibile, in tal
15 modo, ricavare il profilo di distanza dell'oggetto misurato dalla scansione; ciò consente di potere ricavare informazioni sull'ingombro dell'oggetto stesso e sul suo volume.

Preferibilmente,, la fase di calibrazione comprende le
20 seguenti fasi:

- effettuare almeno una scansione lungo una linea di scansione su una superficie di riflettenza nota posta ad una distanza prefissata;
- acquisire un segnale elettrico analogico
25 rappresentativo dell'immagine luminosa diffusa della riflettenza di detta superficie lungo la linea di scansione;
- effettuare un campionamento, con frequenza di campionamento uguale a quella prefissata, del segnale analogico acquisito, così da estrarre almeno un campione x_j
30 rappresentativo di almeno un punto della linea di scansione;
- convertire il segnale analogico campionato in segnale digitale in modo da ottenere un valore di tipo numerico per
35 detto almeno un campione x_j ;
- associare a tale valore numerico ottenuto per detto

almeno un campione x_j il valore di distanza prefissata a cui è stata posizionata la superficie di riflettenza nota e ripetere iterativamente le fasi precedenti per un numero prefissato di volte, spostando di volta in volta la
5 superficie di riflettenza nota di un intervallo di distanza prefissato.

In accordo con l'invenzione, la fase di calibrazione viene effettuata eseguendo almeno una scansione, lungo una rispettiva linea di scansione, su una superficie di
10 riflettenza nota (ad esempio una superficie bianca) che viene posta successivamente a varie distanze prefissate. La luce diffusa dalla superficie di riflettenza nota contiene solo informazioni relative alla distanza dei vari punti della linea di scansione; è dunque possibile
15 calibrare il dispositivo di misura in modo da potere poi misurare correttamente la distanza di un qualunque oggetto, indipendentemente dalla riflettenza dello stesso.

Lo svolgimento di una fase di calibrazione quale quella sopra descritta consente, vantaggiosamente, di compensare
20 le varie differenze dimensionali che sussistono fra dispositivo e dispositivo (ad esempio, i vari dispositivi possono differire tra loro per il posizionamento del raggio laser di scansione), le eventuali non linearità della risposta fornita dal demodulatore e le differenze nel
25 profilo di velocità e, quindi, nello spazio percorso in un prefissato intervallo di tempo dal punto che genera la scansione, che vi possono essere da dispositivo a dispositivo.

Inoltre, lo svolgimento della fase di calibrazione sopra
30 descritta consente di effettuare una misura di distanza semplice ed attendibile anche nel caso in cui il dispositivo misuratore sia destinato ad essere posizionato trasversalmente, o con una certa inclinazione, rispetto all'oggetto di cui si vuole misurare la distanza. In tal
35 caso, con i metodi di misura della distanza di tipo "noto, sarebbe stato necessario effettuare una successiva

elaborazione trigonometrica della misura di distanza per ricavare l'effettiva altezza dei vari punti dell'oggetto, elaborazione che avrebbe richiesto l'esatta conoscenza degli angoli di inclinazione del dispositivo; secondo il
5 metodo della presente invenzione, invece, è sufficiente effettuare la fase di calibrazione con il dispositivo inclinato come richiesto dall'applicazione particolare, per ottenere le effettive altezze dei vari punti dell'oggetto.

Preferibilmente, la fase di calibrazione comprende inoltre
10 le seguenti fasi:

- effettuare la misura della distanza di almeno un riferimento di riflettenza nota posto ad una distanza prefissata dal dispositivo misuratore, acquisendo almeno un segnale elettrico rappresentativo di tale distanza;
- 15 - associare a tale segnale elettrico il valore della distanza prefissata a cui è stato posto il riferimento di riflettenza nota e ripetere iterativamente le fasi precedenti per tutti i riferimenti di riflettenza nota posti alle distanze prefissate.

20 Ciò consente di poter continuamente aggiornare, tramite un numero limitato di misure di distanza, la calibrazione del dispositivo misuratore, per recuperare le non linearità intrinseche del sistema e le variazioni della risposta del sistema dovute al cambiamento delle condizioni ambientali.

25 In accordo con una forma di attuazione preferita del metodo dell'invenzione, vengono effettuate una pluralità di scansioni della superficie di riflettenza nota lungo la linea di scansione e per ogni scansione vengono estratti una pluralità di campioni x_j , dove $j=1, \dots, N$, ed N è il
30 numero massimo di campioni estraibili per ogni scansione.

Preferibilmente, il metodo dell'invenzione comprende inoltre le seguenti fasi:

- ricavare una scansione media della pluralità di scansioni effettuate;
- 35 - elaborare la scansione media in modo da ottenere detto

valore numerico per detto almeno un campione x_j .

Ancor più preferibilmente, la scansione media è ottenuta facendo la media aritmetica, o un qualunque altro tipo di media, dei valori numerici ottenuti per ogni campione x_j nelle varie scansioni effettuate. È possibile in tal modo aumentare l'affidabilità della calibrazione effettuata e, conseguentemente, della misura di distanza.

Preferibilmente, la fase di calibrazione comprende inoltre la fase di riempire, con i valori di distanza associati ai valori numerici che si ottengono per gli x_j campioni, gli elementi di una matrice di calibrazione avente come indice di colonna j un numero che va da zero al numero di campioni x_j estratti, e come indice di riga i un numero che va da zero al valore massimo del valore numerico ottenuto dopo la conversione del segnale analogico in digitale.

Vantaggiosamente, la fase di calibrazione porta dunque alla generazione di una matrice di calibrazione nella quale ogni elemento (i, j) della matrice contiene il valore di distanza del punto della linea di scansione che fornisce, per il campione x_j , il valore numerico di risposta di fase i . In questo modo, la memorizzazione dei valori di distanza associati ai valori numerici ottenuti per i vari campioni x_j durante la fase di calibrazione e la loro individuazione durante le fasi di misura della distanza risultano estremamente agevoli.

Preferibilmente, il metodo della presente invenzione comprende inoltre la fase di prevedere nella matrice un numero di elementi (i, j) maggiore del numero di campioni x_j e di riempire gli elementi (i, j) della matrice vuoti. Ancora più preferibilmente, la fase di riempire gli elementi (i, j) della matrice vuoti comprende la fase di individuare colonna per colonna gli elementi (i, j) della matrice vuoti e riempire ciascuno di tali elementi vuoti con un valore ottenuto interpolando linearmente fra i due valori numerici diversi da 0 più vicini all'elemento vuoto ed appartenenti

alla stessa colonna. È possibile, in tal modo, ottenere una matrice di calibrazione completa in tutti i suoi elementi, così da poter passare alle successive fasi di misura della distanza.

- 5 Come noto, i dispositivi ottici misuratori effettuano un campionamento della scansione ad intervalli di tempo regolari, ai quali non corrispondono necessariamente intervalli di spazio regolari del punto che genera la scansione; ciò è dovuto essenzialmente al particolare
- 10 profilo di velocità che ha il punto che genera la scansione, tale profilo dipendendo, ad esempio, dalla geometria del rotore, dal punto di impatto dello spot luminoso sullo specchio del rotore e dalle dimensioni dello spot. Questi parametri non sono facilmente controllabili,
- 15 ragion per cui da dispositivo a dispositivo vi possono essere differenze nel profilo di velocità e, quindi, nello spazio percorso in un prefissato intervallo di tempo. Allo scopo di superare i suddetti inconvenienti, il metodo della presente invenzione comprende la fase di associare a detto
- 20 almeno un campione x_j , una rispettiva posizione lineare sulla linea di scansione.

Preferibilmente, tale fase comprende le seguenti fasi:

- posizionare sulla linea di scansione, ad una prefissata distanza, una griglia composta da intervalli
- 25 alternativamente chiari e scuri equidistanziati tra loro ed aventi dimensione nota;
- rilevare in sequenza gli intervalli della griglia, memorizzando di volta in volta, in un elemento di una tabella di calibrazione, il tempo impiegato a percorrere
- 30 ciascun intervallo della griglia;
- sommare di volta in volta tutti gli elementi memorizzati fino al quel momento partendo dal primo e fino a raggiungere un prefissato valore noto indicativo del tempo in cui viene generato un prefissato campione;
- 35 - individuare la posizione del campione x_j sulla linea di scansione come quel punto della linea di scansione avente

un valore di distanza dal punto di inizio scansione pari al valore ottenuto dalla somma precedentemente effettuata.

È possibile in tal modo "mappare" il profilo di velocità di ogni dispositivo, creando una associazione univoca tra
5 numero di campione e sua posizione lungo la linea di scansione alla distanza prefissata.

Preferibilmente, il metodo della presente invenzione comprende inoltre la fase di leggere un codice ottico presente sull'oggetto. In questo caso, il segnale elettrico
10 generato dai mezzi rilevatori, oltre che essere utilizzato per misurare la distanza di un punto dell'oggetto, o più distanze su una superficie dell'oggetto, viene elaborato da idonei mezzi elaboratori per consentire di effettuare la lettura di un codice ottico presente sull'oggetto.

15 Nel seguito della descrizione e nelle successive rivendicazioni, con il termine di: codice ottico, si intende indicare un codice (quale ad esempio un codice a barre, un codice bidimensionale o simili) in grado di identificare univocamente gli oggetti sui quali esso è
20 previsto.

Vantaggiosamente, la lettura del codice ottico è effettuata con il medesimo dispositivo impiegato per la misura della distanza. Preferibilmente, esso comprende un demodulatore di ampiezza, un digitalizzatore ed un decodificatore. In
25 questo modo si può associare l'informazione di distanza (o di ingombro o di volume) ad altre informazioni identificative riportate sul codice ottico, quali tipo di prodotto, produttore, prezzo, provenienza, destinazione, ecc.

30 Ulteriori caratteristiche e vantaggi del metodo della presente invenzione risulteranno meglio dalla seguente descrizione dettagliata di una sua forma di attuazione preferita, fatta con riferimento ai disegni allegati. In tali disegni,

- la figura 1 mostra un diagramma di flusso relativo ad un metodo di misura della distanza secondo la presente invenzione;
 - la figura 2 mostra un diagramma di flusso relativo ad una forma di attuazione preferita del metodo illustrato in figura 1;
 - la figura 3 mostra un diagramma di flusso relativo ad una fase di calibrazione attuata nel metodo illustrato in figura 2.
- 10 Il metodo dell'invenzione consente di effettuare una misura attendibile della distanza di un oggetto, grazie all'attuazione di una fase di calibrazione che viene effettuata prima delle fasi destinate alla misura della
- 15 distanza ad un prefissato valore di un segnale di confronto rappresentativo di un prefissato punto della linea di scansione, quando questa è posizionata alla prefissata distanza dal dispositivo ottico misuratore. La misura della
- 20 distanza di un oggetto consiste poi nel rilevare il segnale diffuso dall'oggetto; a tale segnale viene associato il valore di distanza che, nella precedente fase di calibrazione, era stato associato allo stesso valore del segnale.

25 Nella forma di attuazione preferita, illustrata nelle figure 2 e 3, viene effettuata almeno una scansione dell'oggetto mediante un fascio di luce destinato ad illuminare l'oggetto lungo un percorso ottico di emissione; il segnale rilevato è, dunque, un segnale elettrico analogico proporzionale all'immagine luminosa diffusa

30 dall'oggetto lungo un percorso ottico di ricezione.

La fase di calibrazione consiste in questo caso nell'individuare il valore numerico generato dal convertitore analogico digitale per una pluralità di campioni rappresentativi di rispettivi punti della linea di

35 scansione, quando questa è posizionata ad una determinata distanza dal dispositivo ottico misuratore. La misura

della distanza di un oggetto consiste poi nel rilevare la luce diffusa dall'oggetto e ricavare, per ciascun campione, un valore numerico dal convertitore analogico digitale; a tale valore numerico viene associato il valore di distanza
5 che, nella precedente fase di calibrazione, era stato associato allo stesso valore numerico ed allo stesso campione.

Il metodo dell'invenzione può essere effettuato da un qualunque dispositivo di tipo ottico convenzionale, ad
10 esempio quello descritto nella domanda di brevetto europeo n° 0 652 530 della stessa richiedente (del quale il dispositivo dell'invenzione costituisce una variante perfezionata), implementato con idonei mezzi di calcolo per l'attuazione delle fasi di calibrazione e misura della
15 distanza in accordo con la presente invenzione.

Al fine di rendere più chiara la presente trattazione, la descrizione del metodo dell'invenzione viene nel seguito fatta partendo dalla descrizione della fase di calibrazione che, come sopra detto, viene effettuata durante il processo
20 di fabbricazione del dispositivo ottico misuratore e che può anche essere ripetuta nel corso del tempo per tenere conto di eventuali variazioni dei parametri del dispositivo in esercizio.

Con particolare riferimento alla figura 3, la fase di
25 calibrazione consiste nel porre davanti al dispositivo di misura, ad una distanza D prefissata, una superficie di riflettenza nota e costante (ad esempio, un piano bianco) che copra l'intera scansione generata dal dispositivo stesso. Questa superficie viene spostata successivamente di
30 un intervallo di distanza ΔD prefissato (ad esempio $\Delta D=5\text{cm}$), partendo dalla distanza massima D_{max} che il dispositivo può misurare, fino alla distanza minima D_{min} rilevabile. Ad ogni distanza D a cui viene posizionata la superficie bianca, il dispositivo effettua una scansione
35 sulla superficie, lungo una linea di scansione ed acquisisce un segnale elettrico analogico rappresentativo

della riflettanza della superficie bianca lungo la linea di scansione. Tale segnale contiene informazioni relative solamente alla distanza dei vari punti della linea di scansione dal dispositivo misuratore.

- 5 Il segnale analogico rilevato viene poi campionato, con una prefissata frequenza di campionamento, così da estrarre una pluralità di campioni x_j (con $j=1, \dots, N$, dove N è il numero massimo di campioni estraibili da una scansione, ad esempio, 200) rappresentativi di rispettivi punti della
10 linea di scansione. Il segnale analogico campionato viene successivamente convertito in segnale digitale, in modo da ottenere un valore di tipo numerico per ciascun campione x_j .

- 15 È possibile ottenere direttamente un segnale di tipo digitale utilizzando altri tipi di sensori, come ad esempio una serie di fotoresistori o sensori del tipo C-MOS (tutti di tipo convenzionale).

- Ai valori numerici così ottenuti viene associato il valore di distanza prefissata a cui è posizionata la superficie
20 bianca e si ripetono iterativamente le fasi precedenti per un numero prefissato di volte, spostando di volta in volta la superficie bianca di un intervallo ΔD di distanza prefissato (ad esempio, 5 cm) dalla D_{max} alla D_{min} . Il processo può avvenire anche in modo inverso, partendo cioè
25 dalla distanza minima D_{min} e spostando di volta in volta la superficie bianca di un intervallo ΔD di distanza dalla distanza minima D_{min} alla distanza massima D_{max} .

- Nella forma di attuazione preferita del metodo della presente invenzione, vengono effettuate una pluralità di
30 scansioni della superficie bianca lungo la linea di scansione (nel caso in cui l'oggetto è fermo rispetto al dispositivo misuratore) o lungo rispettive linee di scansione (nel caso in cui l'oggetto è in movimento rispetto al dispositivo misuratore come, ad esempio, quando
35 è posizionato su un nastro trasportatore) e dalla pluralità

di scansioni effettuate si ricava una scansione media, che viene successivamente elaborata così da ottenere, per ogni campione della scansione media, un valore di tipo numerico a cui associare un valore di distanza.

- 5 La scansione media viene ricavata effettuando una media aritmetica dei valori numerici ottenuti per ogni campione x_j nelle varie scansioni effettuate. Ovviamente, è possibile effettuare altri tipi di media (geometrica, quadratica, ponderale ecc.) per ottenere la scansione media.
- 10

Ad esempio, si supponga di effettuare tre scansioni e di estrarre dal segnale 5 campioni per ogni scansione, ottenendo i seguenti valori numerici:

1 ^a scansione	10	13	13	14	15
2 ^a scansione	11	12	11	13	12
3 ^a scansione	10	11	12	12	13

15

la scansione media (mediante media aritmetica) sarà costituita dai seguenti valori:

Scans. media	10	12	12	13	13
--------------	----	----	----	----	----

- 20 Dal punto di vista pratico, l'associazione dei valori di distanza ai valori numerici nella fase di calibrazione del metodo della presente invenzione avviene riempiendo gli elementi di una matrice di calibrazione avente come indice di colonna j un numero che va da zero al numero di campioni
- 25 x_j estratti (ad esempio, 200), e come indice di riga i un numero che va da zero al valore massimo del valore numerico ottenuto dopo la conversione del segnale analogico in

digitale (che, nell'esempio specifico della presente invenzione, è a 8 bit e quindi il valore massimo è 255). In sostanza, ad ogni prefissata distanza, per ogni campione x_j si ottiene un valore numerico "I" e, si riempie con il
5 valore di distanza prefissato l'elemento della matrice individuato in corrispondenza della colonna avente indice $j=x_j$ e della riga avente indice $i=I$.

Nell'esempio illustrato, la matrice di calibrazione "distanze-campioni" viene dunque costruita spostando di
10 volta in volta la superficie bianca di un intervallo di distanza prefissato ($\Delta D=5\text{cm}$) ed effettuando 200 campionamenti per scansione. Ipotizzando una larghezza del nastro trasportatore di 1m ed una velocità di scansione del fascio laser costante su tutta la scansione, si ottiene una
15 matrice rappresentativa di un "reticolo" di distanze, avente una definizione (dimensione elementare) di 0,5 in larghezza e di 5cm in altezza. Cambiando l'intervallo di distanze ΔD ed il numero di campionamenti, è possibile costruire una matrice di calibrazione rappresentativa di un
20 "reticolo" di distanze di qualunque dimensione elementare, avente cioè una definizione in entrambe le direzioni (altezza e larghezza) più o meno elevata, a seconda delle necessità correlate all'applicazione specifica.

Un modo alternativo per ottenere una matrice di
25 calibrazione rappresentativa di un "reticolo" di distanze con precisione maggiore in altezza rispetto a quella costruita con l'intervallo di distanza $\Delta D=5\text{cm}$, è quello di prevedere una matrice con degli elementi (i, j) vuoti.. In tal caso, per ottenere una matrice completa, in cui cioè
30 tutti gli elementi (i, j) contengono un rispettivo valore di distanza, si esegue, colonna per colonna, una interpolazione lineare nel seguente modo: si procede, colonna per colonna, all'individuazione degli elementi (i,j) della matrice vuoti, e si riempie ogni elemento vuoto
35 individuato con un valore numerico ottenuto interpolando linearmente fra i due valori numerici diversi da zero più

vicini all'elemento vuoto in esame ed appartenenti alla stessa colonna.

Ad esempio, la colonna di sinistra, dopo l'interpolazione, diverrà come quella di destra:

10	10
0	13
0	16
20	20
0	25
0	30
35	35
0	53
0	71
90	90

5

Ovviamente, oltre a quella lineare, altri tipi di interpolazione sono possibili.

La possibilità di aumentare la precisione del reticolo di distanze in altezza (mediante il modo alternativo sopra
10 illustrato), può risultare particolarmente vantaggiosa quando si vogliono effettuare continui "aggiornamenti" in tempo reale della matrice di calibrazione per recuperare le non linearità intrinseche del sistema e le variazioni della
15 risposta del sistema dovute al cambiamento delle condizioni ambientali. Al variare di tali condizioni, infatti, la risposta del sistema può variare; in questo caso, varieranno anche i dati letti dalla matrice di calibrazione, che non rispecchierà più la nuova condizione

di funzionamento. È possibile allora aggiornare la matrice effettuando frequentemente delle calibrazioni "semplificate"; queste consistono nell'illuminare dei riferimenti aventi riflettenza nota posti a distanze note
5 (all'interno o all'esterno del dispositivo misuratore) ed effettuare su tali riferimenti un numero limitato di misure di distanza.

La fase di calibrazione porta dunque, in conclusione, alla generazione di una matrice di calibrazione nella quale ogni
10 elemento (i, j) della matrice contiene il valore di distanza del punto della linea di scansione che fornisce, per il campione j , il valore numerico di risposta di fase i . Tale matrice viene poi utilizzata durante le fasi di misura della distanza di un oggetto.

15 Con riferimento alle figure 1 e 2, il metodo di misura della distanza secondo la presente invenzione comprende le fasi iniziali di effettuare una pluralità di scansioni dell'oggetto lungo almeno una linea di scansione e, per ogni scansione effettuata, acquisire un segnale elettrico
20 analogico rappresentativo dell'immagine luminosa diffusa dall'oggetto lungo la linea di scansione.

Il segnale analogico rilevato viene poi campionato, con una frequenza di campionamento uguale a quella utilizzata nella fase di calibrazione, così da estrarre una pluralità di
25 campioni x_k (con $k=1, \dots, N$, dove N è il numero massimo di campioni estraibili da una scansione, ad esempio, 200) rappresentativi di rispettivi punti della linea di scansione (si noti che il numero di campioni x_k estratti in questa fase è uguale al numero di campioni x_j estratti
30 nella fase di calibrazione). Il segnale analogico campionato viene successivamente convertito in segnale digitale, in modo da ottenere un valore k di tipo numerico per ciascun campione x_k .

È possibile ottenere direttamente un segnale di tipo
35 digitale utilizzando altri tipi di sensori, come ad esempio

una serie di fotoresistori o sensori del tipo C-MOS (di tipo convenzionale).

Ad ogni campione x_k così ottenuto, viene associato il valore di distanza che, nella matrice di calibrazione, si
5 trova nell'elemento (i, j) individuato in corrispondenza della riga avente indice $i=k$ e della colonna avente indice $j=x_k$, ossia quel valore di distanza che nella fase di calibrazione era stato associato allo stesso valore numerico k ed allo stesso campione $x_j=k$.

10 La distanza così ottenuta viene memorizzata in una tabella e si ripetono iterativamente le fasi precedenti per ciascun campione successivo x_{k+1} , in modo da ricavare il profilo di distanza dell'oggetto. Ciò consente di ottenere informazioni anche sull'ingombro dell'oggetto stesso e sul
15 suo volume.

Nella forma di attuazione preferita, il metodo della presente invenzione comprende inoltre una fase destinata ad associare a ciascun campione x_j , una rispettiva posizione lineare sulla linea di scansione.

20 Infatti, come già detto, il campionamento della scansione viene effettuato ad intervalli di tempo regolari, ai quali non corrispondono necessariamente intervalli di spazio regolari del punto che genera la scansione; ciò è dovuto al fatto che la velocità del punto che genera la scansione
25 (spot), tra l'inizio e la fine della scansione stessa può non essere costante.

Al fine di creare un'associazione univoca fra numero di campione e sua posizione lungo la linea di scansione ad una distanza prefissata, si pone, lungo la linea di scansione e
30 ad una prefissata distanza D dal dispositivo, una griglia composta da intervalli alternativamente bianchi e neri, equidistanziati tra loro (ad esempio, di 1 cm) ed aventi dimensione nota. Successivamente si acquisisce il segnale di riflettanza diffuso dalla griglia, rilevando in tal modo

la sequenza di intervalli bianchi e neri sotto forma di intervalli di tempo e memorizzando di volta in volta, in un elemento di una tabella di calibrazione, il tempo impiegato a percorrere ciascun intervallo della griglia.

- 5 In particolare, si crea una tabella di calibrazione in cui ogni elemento indica il tempo impiegato a percorrere i singoli intervalli bianchi o neri della griglia utilizzata per la calibrazione e, noto l'intervallo di tempo impiegato per passare da un campione al successivo (periodo di campionamento), è possibile ricavare l'istante T_j in cui viene generato un determinato campione j (moltiplicando j per il periodo di campionamento).

- 15 Noto a questo punto l'istante di tempo T_j , si sommano tutti gli elementi della tabella memorizzati fino a quel momento partendo dal primo fino a raggiungere un valore prossimo al valore di T_j : il numero di elementi sommati dà la distanza, ad esempio in centimetri, dal punto di inizio scansione, del campione j sulla linea di scansione.

- 20 Questa fase atta a creare un'associazione univoca fra numero di campione e sua posizione lungo la linea di scansione ad una distanza prefissata, viene effettuata una volta per tutte e salvata nella memoria non volatile del dispositivo. Si noti che se più campioni cadono all'interno dello stesso centimetro, si otterrà una risoluzione
25 maggiore.

L'associazione campione-centimetro è memorizzata per una distanza prefissata D ; è possibile comunque ottenerla per una distanza qualsiasi dal dispositivo misuratore utilizzando normali formule trigonometriche.

- 30 Infatti, se D è la distanza tra dispositivo misuratore e linea di scansione ed M la distanza fra la perpendicolare tracciata dalla finestra di uscita del fascio laser dal dispositivo misuratore e l'inizio della scansione lungo la linea di scansione, la posizione X' del campione j lungo la

linea di scansione ad una distanza D' diversa da D sarà data dalla formula:

$$X' = M - (M - X) * D' / D$$

dove X è la posizione del campione j lungo la linea di scansione a distanza D .

Il metodo della presente invenzione consente dunque, vantaggiosamente, di ricavare per ogni campione della linea di scansione la sua altezza e la sua posizione lungo la linea di scansione. La posizione dei campioni sull'asse di avanzamento del nastro trasportatore può invece essere rilevata tramite tecniche tradizionali (encoder, o conoscenza a priori della velocità di trascinamento).

È possibile dunque, con il metodo della presente invenzione, rilevare le coordinate spaziali di ogni punto dell'oggetto, così da potere calcolare il suo ingombro e/o il suo volume.

Il metodo della presente invenzione, nella sua forma di attuazione illustrata per prima, consente anche di misurare la distanza di un singolo punto dell'oggetto dal dispositivo misuratore, conservando tutti i vantaggi più sopra menzionati. In tal caso, non è necessario generare nessuna scansione (essendo sufficiente un raggio laser fisso) e non è necessario effettuare il campionamento del segnale (dato che nella fase di misura della distanza si ha un singolo valore di segnale elettrico). Inoltre, utilizzando dei dispositivi di ricezione del segnale luminoso, quali ad esempio dei fotoresistori o sensori del tipo C-MOS (che forniscono già un segnale in forma digitale), non è necessaria neanche la fase di digitalizzazione del segnale analogico.

Preferibilmente, il metodo della presente invenzione comprende inoltre la fase di leggere un codice ottico presente sull'oggetto, in modo da associare l'informazione di distanza (o di ingombro o di volume) ad altre

informazioni identificative riportate sul codice ottico, quali tipo di prodotto, produttore, prezzo, provenienza, destinazione, ecc.. In questo caso, il segnale elettrico generato dai mezzi rilevatori, oltre che essere utilizzato
5 per misurare la distanza di un punto dell'oggetto, o più distanze su una superficie dell'oggetto, viene elaborato da idonei mezzi elaboratori per consentire di effettuare la lettura di un codice ottico presente sull'oggetto.

RIVENDICAZIONI

1. Metodo per misurare la distanza di un oggetto da un dispositivo misuratore, comprendente le seguenti fasi:
 - a) emettere un segnale;
 - 5 b) indirizzare il segnale verso un oggetto;
 - c) rilevare il segnale diffuso dall'oggetto;
 - d) confrontare il segnale rilevato con il segnale emesso per ricavare un segnale di confronto rappresentativo della distanza percorsa dal segnale emesso e dal segnale diffuso
 - 10 dall'oggetto;caratterizzato dal fatto di comprendere le fasi di:
 - e) effettuare, prima della fase a), una fase di calibrazione del dispositivo misuratore in modo da associare ad un prefissato valore del segnale di confronto,
 - 15 un prefissato valore di distanza;
 - f) individuare il valore di distanza associato, nella precedente fase di calibrazione, al valore di detto segnale di confronto ottenuto nella fase d);
 - g) associare al segnale di confronto ottenuto nella fase
 - 20 d), il valore di distanza individuato nella fase f).
2. Metodo secondo la rivendicazione 1, comprendente inoltre le seguenti fasi:
 - effettuare almeno una scansione dell'oggetto lungo almeno una linea di scansione;
 - 25 - misurare la distanza di una pluralità di punti della linea di scansione.
3. Metodo secondo la rivendicazione 1, in cui il segnale emesso è un fascio di luce destinato ad illuminare l'oggetto lungo un percorso ottico di emissione ed il
- 30 segnale rilevato è un segnale elettrico analogico proporzionale all'immagine luminosa diffusa dall'oggetto lungo un percorso ottico di ricezione.
4. Metodo secondo la rivendicazione 3, comprendente le seguenti fasi:
 - 35 a) effettuare almeno una scansione dell'oggetto lungo

- almeno una linea di scansione,
- b1) acquisire il segnale elettrico analogico rappresentativo dell'immagine luminosa diffusa dall'oggetto lungo la linea di scansione;
- 5 c1) effettuare un campionamento del segnale elettrico analogico con una prefissata frequenza di campionamento, così da estrarre almeno un campione x_k rappresentativo di almeno un punto della linea di scansione;
- d1) convertire il segnale analogico campionato in segnale
- 10 digitale in modo da ottenere un valore di tipo numerico per detto almeno un campione x_k ;
- in cui, nella fase di calibrazione, ad un prefissato campione viene associato un valore numerico ed un valore di distanza, e comprendente inoltre le fasi di:
- 15 f1) individuare il valore di distanza associato, nella precedente fase di calibrazione, a detto valore numerico ottenuto nella fase d1) e a detto campione x_k ;
- g1) associare al valore numerico ottenuto nella fase d1) il valore di distanza individuato nella fase f1).
- 20 5. Metodo secondo la rivendicazione 4, comprendente la fase ulteriore h) di memorizzare il valore di distanza ottenuto per il campione x_k nella fase g1) e ripetere iterativamente le fasi precedenti a partire dalla fase d1) per ciascun campione successivo x_{k+1} , dove $k=1, \dots, N$.
- 25 6. Metodo secondo la rivendicazione 4, in cui la fase di calibrazione comprende le seguenti fasi:
- effettuare almeno una scansione lungo una linea di scansione su una superficie di riflettenza nota posta ad una distanza prefissata;
- 30 - acquisire un segnale elettrico analogico rappresentativo della riflettenza di detta superficie lungo la linea di scansione;
- effettuare un campionamento, con frequenza di campionamento uguale a quella prefissata, del segnale
- 35 analogico acquisito, così da estrarre almeno un campione x_j rappresentativo di almeno un punto della linea di

scansione;

- convertire il segnale analogico campionato in segnale digitale in modo da ottenere un valore di tipo numerico per detto almeno un campione x_j ;

- 5 - associare a tale valore numerico ottenuto per detto almeno un campione x_j il valore di distanza prefissata a cui è stata posizionata la superficie di riflettenza nota e ripetere iterativamente le fasi precedenti per un numero prefissato di volte, spostando di volta in volta la
10 superficie di riflettenza nota di un intervallo di distanza prefissato.

7. Metodo secondo la rivendicazione 1, in cui la fase di calibrazione comprende le seguenti fasi:

- effettuare la misura della distanza di almeno un
15 riferimento di riflettenza nota posto ad una distanza prefissata dal dispositivo misuratore, acquisendo almeno un segnale elettrico rappresentativo di tale distanza;
- associare a tale segnale elettrico il valore della
20 distanza prefissata a cui è stato posto il riferimento di riflettenza nota e ripetere iterativamente le fasi precedenti per tutti i riferimenti di riflettenza nota posti alle distanze prefissate.

8. Metodo secondo la rivendicazione 6, in cui vengono effettuate una pluralità di scansioni della superficie di
25 riflettenza nota lungo la linea di scansione e per ogni scansione vengono estratti una pluralità di campioni x_j , dove $j=1, \dots, N$, e comprendente inoltre le seguenti fasi:

- ricavare una scansione media della pluralità di
scansioni effettuate;
- 30 - elaborare la scansione media in modo da ottenere detto valore numerico per detto almeno un campione x_j .

9. Metodo secondo la rivendicazione 8, in cui la scansione media è ottenuta facendo la media aritmetica dei valori numerici ottenuti per ogni campione x_j nelle varie
35 scansioni effettuate.

10. Metodo secondo la rivendicazione 8, in cui la fase di calibrazione comprende inoltre la fase di riempire, con i valori di distanza associati ai valori numerici che si ottengono per gli x_j campioni, gli elementi di una matrice di calibrazione avente come indice di colonna j un numero che va da zero al numero di campioni x_j estratti, e come indice di riga i un numero che va da zero al valore massimo del valore numerico ottenuto dopo la conversione del segnale analogico in digitale.
- 10 11. Metodo secondo la rivendicazione 10, comprendente inoltre la fase di prevedere nella matrice un numero di elementi (i, j) maggiore del numero di campioni x_j e di riempire gli elementi (i, j) della matrice vuoti.
- 15 12. Metodo secondo la rivendicazione 11, in cui la fase di riempire gli elementi (i, j) della matrice vuoti comprende la fase di individuare colonna per colonna gli elementi (i, j) della matrice vuoti e riempire ciascuno di tali elementi vuoti con un valore ottenuto interpolando linearmente fra i due valori numerici diversi da 0 più vicini all'elemento vuoto ed appartenenti alla stessa colonna.
- 20 13. Metodo secondo la rivendicazione 4, comprendente la fase di associare a detto almeno un campione x_j , una rispettiva posizione lineare sulla linea di scansione.
- 25 14. Metodo secondo la rivendicazione 13, in cui la fase di associare al campione x_j una rispettiva posizione lineare sulla linea di scansione comprende le seguenti fasi:
- posizionare sulla linea di scansione, ad una prefissata distanza, una griglia composta da intervalli alternativamente chiari e scuri equidistanziati tra loro ed aventi dimensione nota;
 - 30 - rilevare in sequenza gli intervalli della griglia, memorizzando di volta in volta, in un elemento di una tabella di calibrazione, il tempo impiegato a percorrere ciascun intervallo della griglia;
 - 35 - sommare di volta in volta tutti gli elementi

memorizzati fino al quel momento partendo dal primo e fino a raggiungere un prefissato valore noto indicativo del tempo in cui viene generato un prefissato campione;

- individuare la posizione del campione x_j sulla linea di scansione come quel punto della linea di scansione avente un valore di distanza dal punto di inizio scansione pari al valore ottenuto dalla somma precedentemente effettuata.
- 5

15. Metodo secondo la rivendicazione 1, comprendente inoltre la fase di leggere un codice ottico presente
10 sull'oggetto.

RIASSUNTO

Viene descritto un metodo per misurare la distanza di un oggetto da un dispositivo misuratore, comprendente le seguenti fasi:

- 5 a) emettere un segnale;
- b) indirizzare il segnale verso un oggetto;
- c) rilevare il segnale diffuso dall'oggetto;
- d) confrontare il segnale rilevato con il segnale emesso per ricavare un segnale di confronto rappresentativo della
- 10 distanza percorsa dal segnale emesso e dal segnale diffuso dall'oggetto. Il metodo dell'invenzione si caratterizza per il fatto di comprendere le fasi di:
 - e) effettuare, prima della fase a), una fase di calibrazione del dispositivo misuratore in modo da
 - 15 associare ad un prefissato valore del segnale di confronto, un prefissato valore di distanza;
 - f) individuare il valore di distanza associato, nella precedente fase di calibrazione, al valore di detto segnale di confronto ottenuto nella fase d);
 - 20 g) associare al segnale di confronto ottenuto nella fase d), il valore di distanza individuato nella fase f). Nella fase di calibrazione, si rileva l'immagine luminosa diffusa da una superficie di riflettenza nota posta a distanza prefissata in modo da ottenere un valore numerico per
 - 25 almeno un campione x_j , si associa al valore numerico così ottenuto il valore di distanza prefissata a cui è stata posizionata la superficie di riflettenza nota e si ripetono iterativamente le fasi precedenti per un numero prefissato di volte, spostando di volta in volta la superficie di
 - 30 riflettenza nota di un intervallo di distanza prefissato.

(Fig. 1).

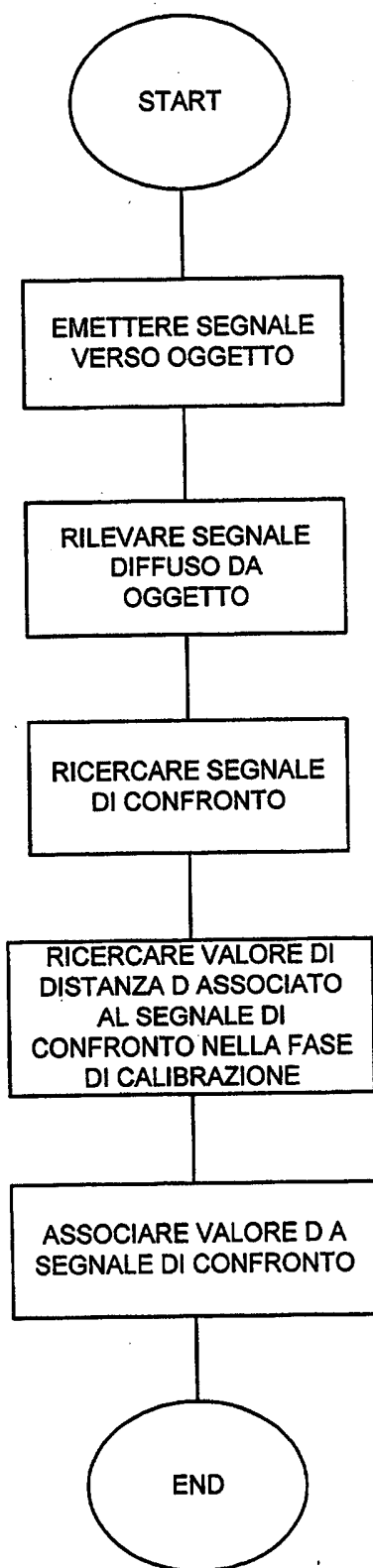


FIG. 1